STANFORD UNIVERSITY LIBRARY
DEC 7 1925

ÜBER EINEN BEITRAG ZUM BLUTBILD DES GESUNDEN PFERDES

UNTER BERÜCKSICHTIGUNG DER GESAMTEN EINSCHLÄGIGEN LITERATUR

INAUGURAL-DISSERTATION
ZUR ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE DER
VETERINÄRMEDIZINISCHEN FAKULTÄT
DER HESSISCHEN LUDWIGS-UNIVERSITÄT
ZU GIESSEN
VORGELEGT VON

STABSVETERINÄR A. D. ULRICH KNOLL,
TIERARZT IN PRENZLAU (UCKERMARK)

1924

DRUCK C. V. INCENT // PRENZLAU UM.

Gedruckt mit Genehmigung der Veterinärmedizinischen
Fakultät der Universität Gießen
Referent: Professor Dr. Bürker

Inhaltsverzeichnis.

Seite

1. Einleitung 5
2. Untersuchungen anderer Autoren 6
3. Eigene Untersuchungen 15
4. Zusammenfassung der Ergebnisse 20
5. Literaturverzeichnis 21

1. Einleitung.

Die Befunde bei der Untersuchung des Pferdeblutes sind nach den Angaben der Literatur je nach Bedingung wie z. B. Rasse, Geschlecht, Alter, Konstitution, Individualität usw. wesentlichen Schwankungen unterworfen. Auch das Klima und die äußeren Verhältnisse wie Futteraufnahme, Wasserzufuhr, Arbeit vermögen bei ein und demselben Individuum das Blutbild zu beeinflussen. Da man in neuerer Zeit diesen Fragen wieder großes Interesse entgegenbringt, erschien es angezeigt, nach einer erschöpfenden Einsicht in die einschlägige Literatur durch Untersuchungen des Blutbildes von Pferden verschiedenen Alters, Geschlechts und verschiedener Haarfarbe einen Beitrag zu diesen Fragen zu liefern.

2. Untersuchungen anderer Autoren.

Die ersten Blutkörperchenzählungen bei physiologischen und pathologischen Zuständen des menschlichen Blutes stammen von Donders und Moleschott (6) im Jahre 1847 und von Vierordt (55) und Welker (60) im Jahre 1852, die auf mühsame Weise und mit sehr komplizierten Apparaten die Zahl der Erythrozyten mit ziemlicher Genauigkeit feststellten und die Zahl der Erythrozyten auf 5 Millionen, die der Leukozyten auf 13—15 000 in 1 cmm berechneten.

Später wurden eingehende Untersuchungen in der Humanmedizin von Malassez (24), Hayem (15) und Thoma (51) angestellt und die Zahl der Erythrozyten beim Manne auf 5 Millionen, beim Weibe auf 4,5 Millionen, die der Leukozyten auf 7—8000 in 1 cmm festgestellt.

Malassez (24) nahm dann auch, und zwar als erster, Zählungen bei verschiedenen Pferden vor und stellte 6,3 Millionen Blutkörperchen fest, ohne jedoch nähere Angaben über Geschlecht, Alter, Rasse und Konstitution und über die Art der Zellen zu machen.

Hayem (14) gibt beim Pferde 7,5 Millionen rote und 9500 farblose Blutkörperchen in 1 cmm an.

Sussdorf (9) stellt beim Pferde 6,5—8 0 Millionen rote Blutkörperchen, im Durchschnitt 6,55 Millionen bei der Stute und 7,78 Millionen beim Wallach fest; nähere Angaben über Ruhe oder Arbeit fehlen.

Fröhner (12) ermittelte 8 Millionen rote und 8500 weiße Blutkörperchen beim gesunden Pferde.

Später untersuchten Pferdeblut Tröster (52) und Reineke (39); Angaben über Ruhe oder Arbeit fehlen.

Nach Prus (38) beträgt bei gesunden Pferden die Zahl der roten Blutkörperchen 7,0 Millionen, die der weißen 15 000 in 1 cmm.

Höhere Werte stellte bei 3 Pferden von Limbeck (22) fest, und zwar 12,02, 10,24 und 9,97 Millionen rote Blutkörperchen.

Müller (32) wendete eine Methode der Bestimmung des Oxyhämoglobingehaltes mittels Titrierens durch verdünnte Salpetersäure an (0,4 ccm Blut, Spectroskop, Petroleumlampe, Bürette, Maßzylinder und ein sogen. Hämatinometer). Der Oxyhämoglobingehalt beträgt im Blute vom Pferde 13,15 v. H. Das Blut junger, weiblicher und kastrierter Tiere ist ärmer an Oxyhämoglobin als das älterer und nicht kastrierter. Im höheren Alter findet kein wesentlicher Rückgang im Hämoglobingehalt des Blutes statt. Ein Abhängigkeitsverhältnis zwischen dem letzteren und dem Ernährungszustand scheint nicht zu bestehen.

Schindelka (46) fand bei gesunden Pferden mit dem Fleischlschen Hämometer folgendes: Der Hämaglobingehalt ist ein geringerer als beim Menschen. Tagesschwankungen wie beim Menschen, Maximum gegen 12—2, Minimum zwischen 4—5 Uhr. Der Hämoglobinwert wird von der Aufnahme trockenen Futters nicht beeinflußt; wohl sinkt er nach der Aufnahme größerer Flüssigkeitsmengen und steigt nach Flüssigkeitsverlusten. Weder durch Geschlecht noch durch das Alter wird beim Pferde der Hämoglobingehalt des Blutes in so hohem Grade beeinflußt wie beim Menschen. Bei trächtigen und säugenden Stuten scheint der Hämoglobingehalt ein geringerer zu sein, bei Fohlen ein größerer als bei den betr. Muttertieren. Die Jahreszeit übt auf den Hämoglobingehalt keinen nennenswerten Einfluß aus.

Fischer (11) fand im allgemeinen dieselben Zellformen im Pferdeblut wie beim Menschen; es sind jedoch bei Pferden die Eosinophilen durch ihre große und deutliche Körnung auffallend. Die Durchschnittszahlen für weiße Blutzellen waren: Polynukleäre 67, Mononukleäre 1, Übergangsformen 4,5, Lymphocysten 22,5, Eosinophile 5 v. H.

Nach Storch (48) haben im allgemeinen männliche Tiere mehr rote Blutkörperchen als weibliche. Die Kastration übt beim männlichen Pferde einen nennenswerten Einfluß auf die Blutkörperchenmenge nicht aus; daß neugeborene und jugendliche Tiere mehr rote Blutkörperchen besitzen als erwachsene, ist durchaus nicht für alle Fälle zutreffend; eine Verdauungsleukozytose im Sinne des beim Menschen beobachteten Vorganges gibt es beim Pferde und den Hauswiederkäuern nicht.

Nach Uhlik (53) krystallisiert das Hämoglobin nicht allein in den bekannten prismatischen, rhombischen Krystallen, sondern bei Fäulnisvorgängen und bei niederen Temperaturen auch in hexagonalen, holoëdrischen Krystallen und zwar in sechseitigen Tafeln. Beide heteromorphe Modifikationen lassen sich leicht ineinander überführen. Es muß hier also auch eine Verschiedenheit der chemischen Molecularkonstitution auftreten; den verschiedenen Krystallformen müssen verschiedene Molecularkomplexe entsprechen und dies bei derselben Bauart.

Piettre und Vila (37) fanden beim Oxyhämoglobin 3 Streifen im Spektrum (nach Hoppe-Seyler zwei Absorptionsstreifen im Gelben und Grünen). Der 3. Streifen findet sich im Roten; er ist aber nicht sichtbar, so lange die Blutkörperchen intakt sind. Das Auftreten des Streifens gestattet den Rückschluß, daß das Oxyhämoglobin sich vom Blutkörperchen loslöst; sehr bald verliert es die schöne rote Farbe, ändert die Löslichkeit und die Affinität zum Sauerstoff; zu gleicher Zeit wird der rote Streifen im Roten intensiver (Zeichen des Alterns des Materials).

Nach Wiendieck (61) schwankt der Gehalt eines Kubikmillimeters an roten Blutkörperchen; er beträgt im Durchschnitt 8,10; beim Wallach 5,40—9,30, durchschnittlich 7,10; bei der Stute 5,90—6,50, im Mittel 6,90 Mill.

Der Gehalt eines Kubikmillimeters Blutes an Leukozyten beträgt beim Hengste 8,40—11,00 Taus., im Durchschnitt 9,30; bei Wallachen 6.90—9,40, im Durchschnitt 8,20; bei der Stute 6.50—9,00, im Durchschnitt 7.90 Taus. Die einzelnen Leukozytenarten des Pferdes verhalten sich folgendermaßen:

	In % ausgedrückt	Absol. Menge im cmm
Lymphozyten	35—40	2500—3500
Mononukl. Leuk.	1,5—3,5	150— 300
Neutrophile polymorphk. Leuk.	50—70	4000—5000
Acidophile Leuk.	1,5—4,0	200— 350
Basophile Leuk.	0,2—0,7	20— 60

Größere Schwankungen sind nichts Ungewöhnliches. Im Leukozytengehalt bestehen geringe Tagesschwankungen. Es kann beim Pferde eine schwache Verdauungsleukozytose, bedingt durch Vermehrung der polymorphk. neutrophilen Zellen eintreten.

Iakimoff und Kohl (16) untersuchten das Blut von 28 Hengsten, von welchen 20 einer bestimmten Rasse angehörten: 8 Vollblut-Engländer, 5 Percherons, 3 Suffolks, 2 Ardennen, 1 Brahançon und 1 Clydesdaler. Die größte und fast die gleiche Menge von roten Blutkörperchen wiesen auf die Hengste der englischen Rasse — zwischen 8,37 und 10,49 Mill. —, der Traber — zwischen 9,35 und 9 96 — und der Reitpferde — zwischen 8,49 und 9,84. Nach diesen folgen die schweren Rassen:

Brabançons	8,91	Mill.
Suffolks	8,50—9,10	„
Percherons	7,83—9.75	„
Clydesdaler	8 21	„
verbesserte Arbeitspferde	8,09	„
Ardenner	7,00—8,06	„
einfache Arbeitspferde	6,16	

In der Zahl der weißen Blutkörperchen ließ sich keine Gesetzmäßigkeit nachweisen. Der prozentische Gehalt der polynukleären Elemente war bei 4-, 6-, 7-, 8jährigen Hengsten englischer Rassen größer als bei entsprechenden Pferden anderer Rassen, während der Prozentsatz der

Lymphozyten bei ihnen fast in allen Altersstufen kleiner war als bei andern Rassen. Das Prozentgehalt der eosinophilen Zellen wies keine Regelmäßigkeit auf. Mononukleäre Leucocyten finden sich bei englischen Hengsten öfter als bei Hengsten anderer Rassen.

Nach Tabusso (49) schwankt der Gehalt an Leukozyten bei kastrierten männlichen Pferden zwischen 6900—9300, im Mittel beträgt er 8185, bei weiblichen Tieren 6200—7900, im Mittel 7140. Die Jahreszeiten haben keinen Einfluß. Die Nahrungsaufnahme bringt eine leichte, aber zu vernachlässigende Vermehrung der Leukozyten zustande. Er fand von verschiedenen Arten: Lymphozyten 30—40 v. H., Mononukleäre und Übergangsformen 1—6,5 v. H, Polynukleäre (neutrophile) 51,2—65,5 v. H., (acidophile) 0,5—6 v. H., (basophile) 0—1 v. H.

Sabrazès, Muratet und Dubroux (44) konnten weder beim Füllen noch beim Erwachsenen granulierte oder polychrome Erythrozyten finden. Der Hämoglobingehalt des Blutes vom erwachsenen Pferde beträgt zwischen 68—84 %, im Mittel 73,35 %; das entspricht den Gewichtswerten der Physiologen vollständig (11,62 von 100). Die Zahl der roten Blutkörperchen im cmm schwankt zwischen 6,67—8,66 Mill. (im Mittel 8,07). Die weißen Blutkörperchen sind mit 3,72—11,54 Taus. vertreten (im Mittel 6,43). Die Hämotoblasten sind mit multiplen Granula erfüllt. Ihre Zahl schwankt zwischen 35 340 und 129 580 im cmm. Bei 48 Stunden alten Füllen sind die großen lymphozytenähnlichen Zellen an Zahl dem späteren Leben gegenüber vermindert (0,62 v. H). Das gleiche gilt von den Lymphozyten (26,81 v. H.); die neutrophilen polynukleären Lymphozyten sind dagegen bis auf 67,35 v. H. vermehrt. Die Eosinophilen fehlen. Am 5. Tage schwanken die Lymphozyten zwischen 48 und 64 v. H.; die polynukleären neutrophilen zwischen 26 und 45 v H. Die Eosinophilen und die großen Mononukleären erreichen allmählich die Höhe von 0,45—5 v. H. Mit vorschreitendem Alter nehmen die polynukleären neutrophilen an Zahl zu, bis sie im Alter ihr Maximum erreichen. Die Eosinophilen steigen bis zum reifen Alter auf 4 % an, dann fallen sie wieder ab. Das Maultier hat 10 v. H. mehr Lymphozyten als das Pferd. Der Esel hat sehr viel Eosinophile (10 v. H. im Mittel; in einem Falle sogar 23 v. H.!), aber nur 10 v. H. polynukleäre Neutrophile.

Nach Lenze (21) ist die Durchschnittsgröße der Erythrozyten beim Pferde 6,8 Mikra, der Dickendurchmesser beträgt ca. den 4. Teil des Breitendurchmessers.

Nach den Untersuchungsergebnissen von Iakimoff und Kohl (16) ist die Erythrozytenzahl bei vollblütigen englischen und halbblütigen Hengsten (Reitpferden und Trabern) eine bedeutendere als bei Hengsten, welche schwere Arbeit zu verrichten haben (größere Absorptionsfläche für eine größere Sauerstoffmenge).

Nach Hofmann (15) ist der Hämoglobinwert des Blutes bei Hunden etwas niedriger als beim Menschen, beim Pferde wiederum niedriger als beim Hund und am geringsten beim Kaninchen. Durch Alter und Geschlecht wird der Hämoglobingehalt bei Pferden weit weniger beeinflußt als beim Menschen. Er weist bei gesunden Tieren Tagesschwankungen auf. Unmittelbar nach der Fütterung ist er ein geringerer als vorher. Eine Stunde nach der Futteraufnahme jedoch findet man eine Zunahme über den ursprünglichen Wert hinaus. Der Stickstoffgehalt der Nahrung hat Einfluß und zwar bewirkt N-reiche Nahrung eine Steigerung des Hämoglobinwertes. Nach Aufnahme größerer Flüssigkeitsmengen sinkt der Hämoglobingehalt des Blutes und steigt andererseits bei Flüssigkeitsverlusten. Jahreszeit. Körpergröße, Hautfarbe und Nährzustand scheinen bei Tieren den Hämoglobingehalt nicht wesentlich zu beeinflussen.

Slavu (45) separierte die Hydrolyseprodukte des Pferdeoxyhämoglobins und fand 1 g 4 Proz. Tyrosin, 15 g 5 Proz. Leucin, 2 g 2 Proz. Alanin und 3 g 3 Proz. Acid. aspartic. (Methoden von Elard und Vila und Piettre und Vila.)

Nach Schütze (47) lassen sich recht erhebliche Schwankungen der roten und weißen Blutkörperchen gesunder Pferde im normalen Zellengehalt des Blutes erkennen. Das Geschlecht hat keinen Einfluß. Mit der Zunahme des Alters scheint die Zahl der roten Blutkörperchen ab-, die der weißen zuzunehmen. Die Bewegung in flotter Gangart scheint eine Verminderung der weißen Blutkörperchen für kurze Zeit zu bedingen. Zu jeder Zeit nach der Futteraufnahme (bis zu 5 Stunden) finden sich einzelne sehr hohe Leukozytenwerte. In der ersten Stunde nach der Getränkaufnahme ist der Zellgehalt des Blutes am höchsten, nimmt dann ab und steigt nach einigen Stunden wieder an. Zweifellos ist mit einer guten Ernährung bei regelmäßigem Stoffwechsel ein höherer Zellgehalt des Blutes verbunden.

Nach Weidenreich (58) stehen rote und weiße Blutkörperchen in engen genetischen Beziehungen zueinander und zwar derart, daß eine gemeinsame indifferente Mutterzelle vorhanden ist, die die Fähigkeit besitzt, sich nach verschiedenen Richtungen hin zu differenzieren. Diese Mutterzelle ist nicht nur embryonal nachweisbar, sondern erscheint für das ganze Leben hindurch und trägt dadurch zur dauernden Regeneration der fortwährend ausscheidenden Blutelemente bei. Die Ausgangsform zeigt den morphologischen Typus der ungranulierten Leukozyten, d. h. der lymphozytären Elemente. Dieselbe Zelle vermag postembryonal im Knochenmark Erythrozyten und Leukozyten zu produzieren, dagegen nicht oder nur in geringem Umfange in Milz, Lymphknoten oder sonstigen lymphoidem Gewebe. Die einmal differenzierten Zellformen bleiben dauernd als solche bestehen. Rote Blutkörperchen oder gar ihre Kerne können nie in Leukozyten übergehen. Entwicklungsfähig sind allein die Lymphozyten. Sie stellen allein das undifferenzierte regenerationsfähige Element dar.

Retterer und Lelièvre (40) glauben dem gegenüber, daß die Verwandtschaft und die Abstammung der Leukozyten heute noch nicht spruchreif ist.

Nach Döppert (7) schwanken Blutkörperchenzahl sowie Hämoglobingehalt bei erwachsenen gesunden Pferden auch unter normalen Bedingungen in recht weiten Grenzen. Sie werden insbesondere durch Typus, Alter und Geschlecht u. a. erheblich beeinflußt. Ein ganz bestimmtes Verhältnis zwischen Erythrozytenzahl und Hämoglobingehalt läßt sich nicht feststellen; doch entsprechen im allgemeinen hohe Erythrozytenzahlen auch hohen Hämoglobinwerten. Blutkörperchenzahl und Hämoglobinwerte schlecht genährter Pferde sind bedeutend verringert gegenüber denen gut genährter Pferde. Die Erythrozytenzahl zeigt keine, der Hämoglobingehalt erhebliche Tagesschwankungen. Die Fütterung hat auf beide keinen Einfluß.

L. Müller (31) fand, daß die Zahl der roten und weißen Blutkörperchen wie der Hämoglobingehalt während der Futteraufnahme eine deutliche Zunahme erfahren. Ihr Zahlenwert ist unmittelbar nach der Futteraufnahme größer als vorher. Im Ruhe- und Hungerzustand nehmen Blutkörperchen- und Hämoglobingehalt des Blutes ab, jedoch erfahren sie trotz des Hungerzustandes eine Zunahme während der Nachtruhe. Arbeitsleistung bedingt eine erhebliche Zunahme der Blutkörperchen und des Hämoglobingehaltes in den ersten Stunden nach der Futteraufnahme, die aber in weiteren Stunden abnimmt infolge des allmählich aufkommenden Hungerzustandes. Blutkörperchenzahl und Hämoglobingehalt fallen und steigen annähernd parallel zueinander. Als Mittelwerte fand L. Müller: rote Blutkörperchen 6,28—7,81 Mill., weiße Blutkörperchen 6,58—8,49 Taus., Hämoglobin in Einheiten: 45,4—56.8. (Nach den Tabellen f. 14 Pf.)

Nach Kuhl (19) muß man aus den geringen Schwankungen des Hämoglobingehaltes beim Pferde schließen, daß diese Tiere eine in bezug auf die Erythrozytenzahl und das in ihnen enthaltene Hämoglobin sehr konstante Zusammensetzung ihres Blutes aufweisen. Der so wichtige Hämoglobingehalt eines Erythrozyten ist von Kuhl zum ersten Male genauer bestimmt worden, er ist mit 18.10^{-12} bezw. 19.10^{-12} g nicht wesentlich bei

Pferd und Rind verschieden. Durchschnittszahl der in 1 cmm Blut enthaltenen Erythrozyten 6,94 Mill. Die ermittelten Leukozytenzahlen entsprechen etwa den von anderen Autoren gefundenen.

Zu Gunsten der wildlebenden Tiere besteht nach Lange (20) ein deutlicher Unterschied in der Erythrozytenzahl, im Hämoglobingehalt und in der Oberfläche der roten Blutkörperchen (am deutlichsten ausgeprägt beim Kaninchen).

Die Mehrzahl der von Montandon (30) untersuchten Vollblutpferde hatte einen sehr hohen Prozentsatz von roten Blutkörperchen, nämlich 42—43 Vol. v. H. Zählungen hat Montandon nicht angestellt.

Bei der Ermittelung bezw. Nachprüfung der physiologischen Grenzwerte fand Birr (3) bei 10 Pferden, darunter 3 Anatomiepferden, die alt und schlecht genährt waren, als kleinste Erythrozytenzahl 5,49 Mill. Die größte war 9,30 (im Mittel 7,38 Mill. rote Blutkörperchen). Die Grenzwerte der Leukozyten wechselten zwischen 7,20 und 13,20 Taus. Der Durchschnitt war 9,57 Taus. Der Hämoglobingehalt, nach Sahli bestimmt, schwankte zwischen 70 und 91 v. H., der Mittelwert lag bei 80,6 v. H. Die angegebenen Zahlen stimmen mit denen anderer Forscher überein, insbesondere mit denen von Wiendieck, P. Meyer, Gasse, Mielke, Fröhner, Lochtkemper, Schulze u. a.

Nach Birr (3) haben großen Einfluß auf den Gehalt an zelligen Elementen und an Hämoglobin das Lebensalter. Auch Tagesschwankungen treten auf infolge Nahrungs-, Wasseraufnahme und durch Arbeitsleistung. Kräftige Konstitution schafft höhere Konzentrationswerte als schlaffe. Rasse hat Einfluß, vollblütige Tiere zeigen erheblich höhere Werte an roten Blutkörperchen als schwere, kaltblütige. Alle diese Momente tragen wohl zu den abweichenden Angaben der einzelnen Autoren bei. Daher ist der Durchschnitt aus möglichst vielen Einzelzählungen zu nehmen.

Nach Wetzl (60) wird durch Aufnahme größerer Wassermengen das Blutbild nicht wesentlich beeinflußt. Dagegen soll die Wasserentziehung von 1—2 Tagen eine Eindickung des Blutes hervorrufen. Das Verhältnis zwischen der Zahl der roten Blutkörperchen und dem jeweiligen Hämoglobingehalt bei den verschiedenen Individuen war nicht konstant.

Nach König (18) besteht eine Zunahme der Erythrozyten und des Hämoglobins über Nacht. Sehr erheblich ist dieselbe nach starker Bewegung, nach Eindickung des Blutes mittels Wasserverlustes durch Schweiß und ausgeatmeter Luft, kaum merkbar jedoch nach dem Füttern und Tränken.

Nach Böllert (4) ergab die Zählung der Leukozyten in 1 cmm Blut beim Pferd 5800, Esel 8200, Maultier 7200, Maulesel 6600. Die Zahl der Erythrozyten in 1 cmm Blut ist folgende: Pferde 7,57, Esel 4,65, Maultier 6,19, Maulesel 7,78 Mill. Die Zahl der Erythrozyten ist also auch bei allen 4 Versuchstieren annähernd die gleiche.

Unter Berücksichtigung der Untersuchungsergebnisse von Mielke (29), der Zahlenwerte für normales Pferdeblut von 7—8 Millionen für rote Blutkörperchen fand und derjenigen von Fröhner (12) von 6—7 Millionen bei Kriegsernährung, kann man durch Lochtkemper (23) als normale Durchschnittszahlen 6—8 Millionen rote Blutkörperchen und ca. 80 Hämoglobin für gesunde Pferde annehmen.

Nach den überaus zahlreichen Blutuntersuchungen, die in den Jahren 1918—1920 in der medizinischen Klinik zu Berlin vorgenommen wurden, sind die Zahlenwerte von 5—6 Millionen roter Blutkörperchen als geringgradige Anämie, 4 Millionen als mittelgradige und 2—3 Millonen als hochgradige Anämie zu bezeichnen (Fröhner).

Nach den Untersuchungen Waldhausens (55) stieg die Erythrozytenzahl bei Durchfällen des Pferdes, um beim Nachlassen desselben wieder zu fallen, auch nach Aloëgaben (Eindickung des Blutes führt zur relativen Erythrozytose).

E. A. Walther (56) fand ganz allgemein als Durchschnittswerte für die roten Blutzellen bei den Hengsten und Hengstfohlen 7.40 bis 8 50 Mill. Auf einen Einfluß des Alters auf Erythrozytenzahl wäre vielleicht insofern zu schließen, als die ausgewachsenen Hengste von 3½, 4 und 11 Jahren etwas niedrigere Werte zeigen als die Hengstfohlen. An Rasseunterschieden fiel auf, daß von neun untersuchten Belgiern und Rheinländern nur drei 8 oder über 8 Millionen Erythrozyten hatten, während von den 6 warmblütigen oder aus Warm- und Kaltblut gekreuzten Hengsten nur einer unter 8 Millionen blieb. Was den Durchschnittswert für Leukozyten betrifft, so zeigt er bisweilen Schwankungen an den einzelnen Tagen zwischen 6000—10 000. Meist betrugen die Werte aber 7000—9000. Als Durchschnittswerte für das prozentuale Verhältnis der Leukozyten wurden gefunden: Lymphozyten 25—40 v. H., Mononukleäre 1—3 v. H., Übergangsformen 1—4 v. H., Neutrophile 50—60 v. H., Eosinophile ½—6 v. H., Basophile 0—½ v. H., Lymphozyten 0—½ v. H. Der Hämoglobingehalt, nach Sahli bestimmt, betrug 55—80 v. H. (meist 70 v. H.). Eine Einwirkung der Kastration, abgesehen vom operativen Eingriff, auf die Leukozyten, sowohl auf ihre absolute wie auf ihre qualitative Beschaffenheit, konnte Walther nicht feststellen, ebenso wenig auf die Zahl der Erythrozyten und den Hämoglobingehalt. Es ist vielmehr anzunehmen, daß die Unterschiede zwischen den Durchschnittswerten der Erythrozyten bei Wallachen und Hengsten, soweit sie bestehen, ihre Ursache in der Entwicklung der Muskulatur haben, die ja als Folge der Kastration einzutreten pflegt.

W. Meyer (27) untersuchte eine Anzahl gleichaltriger und gleich schwerer Grubenpferde, die seit 6—8 Jahren ununterbrochen sich unter der Erde befanden. Zum Vergleiche diente eine gleiche Anzahl von Tagespferden (Monat Juli und August). Tiefe 350—450 Meter, Barometerstand i. M. 750,5 mm, Gehalt an Kohlensäure 0,32—0,46 v. H., an Grubengas 0,13 bis 0,2 v. H., Kohlenoxyd in Spuren. Temperatur 18—24,5° C. Als Durchschnittswerte bei den Tagespferden wurden ermittelt: 1. rote Blutkörperchen 5,96 Millionen, 2. weiße Blutkörperchen 9000, 3. Hämoglobingehalt 47,1.

$\frac{\text{Hb-Einheiten}}{\text{Mill. Erythrozyten}} = 7{,}63$. Die Durchschnittswerte bei den Grubenpferden waren: 1. rote Blutkörperchen 7,53 Millionen. 2. weiße Blutkörperchen 6020. 3. Hämoglobingehalt 55,6.

$\frac{\text{Hb-Einheiten}}{\text{Mill. Erythrozyten}} = 7{,}31$. Es wurde somit bei den Grubenpferden ein erhöhter Durchschnittswert von 1,57 Millionen Erythrozyten, ein verminderter von etwa 3000 Leukozyten, eine Steigerung der Hämoglobineinheiten um 8,5 v. H. festgestellt. Die Differenz der gefundenen Quotienten betrug 0,32. Demnach zeigten Grubenpferde, die längere Jahre hindurch in der Grube arbeiteten, eine erhöhte Zahl der Erythrozyten und eine verminderte Zahl der Leukozyten. Der Gehalt an Hämoglobin bei diesen Tieren war vermehrt. Der erhöhte Durchschnittswert der Hämoglobineinheiten folgte der Steigerung der Durchschnittshöhe der Erythrozytenzahl. Dieser erhöhte Wert läßt aber in den einzelnen Fällen kein ganz bestimmtes Verhältnis zu jener erkennen.

Fr. Meyer (28) fand (Fleischl-Mieschersches Hämometer) bei 46 zahnkranken Pferden mit Ausnahme von 5 an Karies leidenden eine Verminderung des Hämoglobingehaltes. Die mit der Karies zuweilen einhergehende Sistierung der Futteraufnahme scheint den Hämoglobingehalt des Blutes zunehmenderweise zu beeinflussen. 12 hufkrebskranke Pferde zeigten durchweg höhere Hämoglobinwerte. Ein hufkrebskrankes Pferd zeigte 4 Monate nach der Heilung einen physiologischen Hämoglobinwert. Pferde mit eitrigen Prozessen zeigten eine Verminderung des Hämoglobingehaltes nur bei gestörtem Allgemeinbefinden und bei mangelhafter Futteraufnahme; sonst scheinen chirurgische

Leiden — auch solche eitrigen Charakters — den Hämoglobingehalt nicht zu beeinflussen. Die Hämoglobinwerte von 10 innerlich erkrankten Pferden deckten sich mit den Befunden der Voruntersucher bei den betreffenden Krankheiten.

Bidault (2) unterscheidet im Blute 1. nicht phagocytäre Leukozyten (Lymphozyten), 2. phagocytäre Leukozyten a) mononukleäre, b) polynukleäre-amphophile, eosinophile, basophile, c) intermediäre Leukozyten. (Ehrlich).

Der Gehalt an den einzelnen Zellenarten stellt sich in Prozenten im

Alter von	3 Mon.	2 Jh.	4	6	8	11	18	22 Jh.
auf Lymphozyten	17	23	10	17	12	14	10	12
Mononukl. Leukozyten	47	37	33	34	24	25	25	20
Polyn. amph. Leukoz.	32	37	53	44	58	57	58	60
„ basoph. Leukoz.	0,22	—	—	—	—	—	0.25	—
„ eosinoph. Leukoz.	2	2,5	4	4	5	4	5	4

Bei einem nüchternen Versuchspferd fand B.

Mononukleäre Leukozyten	33 v. H.
Polynukleäre Leukozyten	60 v. H.
Eosinoph. Leukozyten	6 v. H.

6 Stunden nach der Futteraufnahme stellten sich diese Zahlen auf 33 bezw. 59 bezw. 6,5; nach 7½ Stunden nach der Mahlzeit auf 27 bezw. 64 bezw. 7,5 v. H.

Marloff (26) fand die Erythrozytenzahl nach Thoma mit 8,19, nach Bürker mit 7,32 Millionen = 12 v. H. Unterschied. Der Hämoglobinwert in Gramm in 100 ccm Blut betrug beim Pferd 14.3. Aus seinen Untersuchungen folgert er, daß die bisherigen Zählungen der Erythrozyten im Blute verschiedener Tiere wenig Wert haben (1919), sofern es sich um schwere Erythrozyten handelt und die bisher am meisten empfohlene Hayemsche Lösung als Verdünnungsflüssigkeit benützt wird. Hier müssen neue Versuche mit verbesserter Methodik zur genauen Ermittlung der Erythrozytenzahlen einsetzen.

Fröhner (12) gibt folgende Zahlen an:

Rote Blutkörperchen im cmm durchschnittlich	7 Millionen.
Weiße Blutkörperchen im cmm durchschnittlich	8000—9000.

Eine Vermehrung tritt ein bei roten nach stärkerer Bewegung durch Eindickung des Blutes infolge Schwitzens und Wasserverlusts durch die Lungen. Eine Vermehrung der weißen wird beobachtet während der Verdauung.

Durrouxs (8) Zahlen sind folgende: rote Blutkörperchen 8,66 Mill., weiße 7,39 Taus. Davon gewöhnliche Lymphozyten 29,85 v. H., neutrophile Leukozyten 58,10, große lymphozytäre Elemente 1,19, große Mononukleäre 5,51, polymorphkernige 0,47, eosinophile Leukozyten 4,61, Mastleukozyten 0,18. Das Geschlecht übt gewissen Einfluß aus: Wallache: 8,75 Mill. rote und 7268 weiße Blutkörperchen; Stuten: 8,35 Mill. rote und 5786 weiße Blutkörperchen in 1 cmm.

Nach Bonard (5) ist der Hämoglobingehalt für gewöhnliche Pferde 50—60, 60—65 für Halbblut. Alter, Geschlecht, Rasse, Temperament, Tageszeit, Transpiration haben Einfluß, Figur, Farbe, Nährzustand nicht. Auch üben Alter, Rasse, Temperament und Arbeit einen Einfluß auf die Zahl der Blutzellen aus. Warmblut neigt zu hoher, Kaltblut zu niedriger Zahl. In der Zahl der farblosen Zellen sind kaum Unterschiede zwischen Warm- und Kaltblut. Nähere Angaben fehlen.

Nach Heusser (cit. nach Zeiller) (62) stellen 100 v. H. Erythrozyten = 3,25 ccm auf 10 ccm Blut beim Pferd den Normalbestand dar; zulässig sind Schwankungen bis 75 v. H. Erythrozyten = 2,45 ccm. Bei geringerer Menge besteht der Verdacht auf Anämie. Zeiller fand, daß das Alter der Pferde allein die Menge der Erythrozyten nur wenig beeinflußt,

ebensowenig die Rasse. Interessant ist der Befund bei einem 8jährigen Reitpferd mit höchstem Einzelwert von 6ccm auf 10 ccm Blut und höchstem Durchschnittswert von 5,45 ccm, das mit weicher Konstitution hinsichtlich der Leistungsfähigkeit weit hinter einem 14jährigen temperamentvollen Pferde zurückblieb, welch letzteres jedoch den niedrigsten Einzelwert aller Messungen bei den 118 Pferden mit 2,6 ccm = 80 v. H. Erytrhozyten, im Durchschnitt 3,177 ccm aufwies. Benutzt wurde das Heussersche Hippo-Hämometer.

Abderhalden (1) fand, daß bei Rindern, Schweinen und Schafen die Zahl der Blutkörperchen beim Übergang von der Ebene in das Hochgebirge schnell zunimmt. Trockensubstanz und Hämoglobingehalt ist bei Hochgebirgstieren viel höher.

Nach Ellenberger und Scheunert (10) ist das Verhältnis der roten Blutkörperchen zu den weißen wie 1 : 700--1000. Das Pferd hat nach Meyer, Wiendieck und Gasse durchschnittlich über 8000, nach Bidault bis 11 000 Leukozyten. Die Zahl der roten Blutkörperchen schwankt bei Pferden zwischen 6—10 Millionen. Der Hämoglobingehalt hat nach Tierart, Alter und Geschlecht Schwankungen. Dazu treten Tagesschwankungen durch Flüssigkeitsverlust oder Zufuhr, Hunger, Bewegung usw. Im allgemeinen beträgt der Hämoglobingehalt 12—15 in 100 ccm Blut.

Hauber (13) fand bei den von ihm untersuchten Vollblutpferden eine verhältnismäßig hohe Zahl von roten Blutkörperchen. Während in den Blutproben der Vollblutpferde für die roten Blutkörperchen durchschnittlich Werte von 9,47—10,27 Millionen pro cmm gefunden wurden, ließen sich bei den 12 untersuchten, sehr gut genährten, schweren Kaltblutpferden Durchschnittszahlen von nur 8 Millionen rote Blutkörperchen pro cmm feststellen. Die Zahl der weißen Blutkörperchen war bald mehr, bald weniger stark erhöht. Die verhältnismäßig hohen Zahlen der Leukozyten dürften auf den durchweg recht guten Nährstand zurückzuführen sein. In den Ausstrichpräparaten fiel auf, daß die eosinophilen Leukozyten meist nicht vereinzelt im Blutbild erschienen, sondern vielfach haufenweise zusammenlagen. Die bei Vollblutfohlen für die roten Blutkörperchen gefundenen Durchschnittswerte von 8,59 Millionen pro cmm entsprechen ungefähr auch der von Storch und Bidault angegebenen Zahl von 9 3 Millionen. Das Blutbild des schnell und langsam galoppierenden Vollblüters wies mit der Höhe der Leistungen eine erhöhte Zahl von roten Blutkörperchen auf, während bei den weißen Blutzellen nicht nur keine Vermehrung, sondern eine Verminderung in allen Fällen hervortrat. Auffallend war im Ausstrichpräparat hier das gehäufte Auftreten der eosinophilen Zellen und deren Zusammenliegen im Gesichtsfeld bis zu 8 Stück.

Gesundes Blut von Kaltblutpferden zeigte nach Hauber in ruhendem Zustand niedrigere Blutwerte als das der Vollblüter. Die Unterarten der weißen Blutzellen hielten sich in den üblichen von verschiedenen Forschern gefundenen Grenzen. Das Zusammenliegen der eosinophilen Zellen im Blutbild tritt auch hier auf, jedoch nicht so häufig. Die längere und sich steigernde schwere Zugleistung des Kaltblüters bis zum Schweißausbruch führte ebenfalls zu einer auffallenden vorübergehenden Vermehrung der roten Blutkörperchen. Auf Grund seiner Untersuchungen kommt H. zu dem Schluß, daß beim gesunden Pferde außer Geschlecht, Rasse, Alter, Temperament, insbesondere intensive Arbeit bei entsprechender Fütterung eine vorübergehende physiologische Vermehrung von roten Blutzellen herbeizuführen imstande ist. Abgesehen von den pathologischen Ursachen einer Erythrozytose kann eine Steigerung von Zellwerten, wie durch vielfache Versuche nachgewiesen, durch Höhenklima, Radium, Thorium, X-Strahlen, Injektion von Blut sowie durch Bluttransfusion hervorgerufen werden. Bei dieser Betrachtung drängt sich die Frage auf, wie weit wohl der gesunde Organismus des schwerarbeitenden bezw.

galoppierenden Pferdes die Gesamtoberfläche der roten Blutkörperchen, die Träger des Atmungssauerstoffes, zu vergrößern imstande ist.*)

Zietzschmann (63) widmet den acidophilen Zellen eine eingehende Arbeit und bemerkt hinsichtlich der Zahl, daß dieselbe gering, jedoch ziemlich schwankend ist.

Warnatsch (57) findet bei seinen Versuchen die eosinophilen Zellen von 0.25 bis 12,0 v. H. vor. Diese Steigerung wurde durch subkutane Injektion von frischem, gesundem Blut hervorgerufen.

Masanori Nagao (33) in Japan legte das Blutbild bei Pferden verschiedenen Alters fest. Er kommt zu den Ergebnissen, daß bei 5jährigen Wallachen die Erythrozytenzahl um 6,00 Mill. herum sich hält, in den nachfolgenden 6., 7., 8. und 9. Lebensjahren, in denen die Tiere unter veränderten äußeren Umständen arbeiteten, die Zahl der roten Blutkörperchen auf 8,00 Mill. stieg, um nach dem 10. Lebensjahr jedoch wieder auf 6,00 Mill. abzufallen. Die Leukozytenzahlen lassen in dem 9. und 11. Lebensjahre eine Unregelmäßigkeit erkennen, doch mit der Alterszunahme werden diese Zahlenschwankungen etwas regelmäßiger. Im 5. Lebensjahr zählt man 9,40, im 7. 8,80 Taus. Nach dem 8. Lebensjahr bleibt die Zahl etwa um 8,50 Taus. herum.

*) Vgl. K. Bürker, R. Ederle und F. Kircher, Über Änderung der sauerstoffübertragenden Oberfläche des Blutes bei Änderung der respiratorischen Oberfläche der Lungen. Pflügers Archiv für die gesamte Ppysiologie, Bd. 167, S. 148. 1917.

3. Eigene Untersuchungen.

Obwohl Untersuchungen des Blutbildes beim Pferde schon wiederholt ausgeführt worden sind, erscheint eine solche unter besonderer Berücksichtigung des Alters, des Geschlechts und der Haarfarbe doch angezeigt. Auch soll in dieser Untersuchung der Hämoglobingehalt, der in den meisten früheren grundlegenden Arbeiten mit dem Hämometer von Fleischl-Miescher festgestellt wurde, mit dem jetzt gebräuchlichen Hämometer nach Sahli bestimmt, ferner der absolute Hämoglobingehalt und der eines Erythrozyten berechnet werden. Zweck der Untersuchung war also bei gesunden Pferden verschiedenen Alters, Geschlechts und verschiedener Haarfarbe die Zahl der roten und weißen Blutkörperchen sowie den Hämoglobingehalt, insbesondere aber auch das Verhältnis des Hämoglobingehalts zur Zahl der roten Blutkörperchen festzustellen. Die Versuche wurden an 82 Pferden, 52 Wallachen und 30 Stuten verschiedenen Alters, Geschlechts und verschiedener Haarfarbe angestellt.

Technik.

Die Blutuntersuchung wurde stets im Laufe des Vormittags ausgeführt. Durch Einritzen des Ohres des Pferdes mit einem Skalpell wurde das erforderliche Blut mittels der verschiedenen Mischpipetten entnommen. Die Blutuntersuchung wurde nach den von A. Pappenheim angegebenen Methoden vorgenommen. Die roten und weißen Blutkörperchen wurden mit dem Blutkörperchenzählapparat nach Bürker gezählt, wobei für die roten 80, für die weißen 125 Quadrate in der einen und ebensoviele in der andern Abteilung der Zählkammer ausgezählt und die Zählresultate in die Schemata eingetragen wurden. Als Mischflüssigkeit für die roten Blutkörperchen wurde 0,9 % physiologische Kochsalzlösung, für die weißen Blutkörperchen 5 prozentige Essigsäure verwendet. Die nach Sahli ermittelten Werte wurden in absolute Werte auf Grund der spektrophotometrischen Bestimmungen von Bürker umgerechnet. 70 v. H. Sahli entsprechen $\frac{17{,}3 \cdot 70}{100} = 12{,}1$ g Hb in 100 ccm Blut. Aus der Hämoglobinmenge und der Erythrozytenzahl, die in einem cmm Blut enthalten ist, ergibt sich der Gehalt eines Erythrozyten an Hämoglobin. Er ist mit 10^{-12} in Spalte 9 angegeben.

In den nachstehenden beiden Tabellen sind die bei den einzelnen Pferden gefundenen Werte angegeben. In der Tabelle I ist das Ergebnis der Blutuntersuchung von 52 Wallachen, in Tabelle II das Ergebnis von 30 Stuten ersichtlich. In beiden Tabellen sind die Pferde dem steigenden Alter nach eingtragen.

Tabelle I. Wallache.

Lfd. Nr.	Alter	Geschlecht	Farbe	Erythrozyten Mill	Leukozyten Taus.	Hämoglobin in %	Hämoglobin in g in 100 cc Blut	Hämoglobin eines Erythrozyten i.10⁻¹²g
1	3 Jahre	Wallach	braun	6,06	12500	72	12,5	20
2	3			5,34	12000	71	12,3	23
3	4		Fuchs	5,46	17900	64	11,1	20
4	6		braun	8,11	12100	77	13,3	16
5	6			8,12	11400	81	14,0	17
6	7			5,66	13200	59	10,2	18
7	7			6,71	14700	58	10,0	14
8	8			4,88	10900	57	9,9	20
9	8		Schimmel	5 54	9200	60	10,4	19
10	8		Rotschimmel	7,08	8800	63	10,9	15
11	8		Schimmel	6,25	10700	65	11,2	18
12	9		Rappe	6,38	14000	59	10,2	16
13	9		braun	6,56	11500	60	10,4	16
14	9			4,13	5600	52	9,0	21
15	9		Rappe	6,72	12800	59	10,2	15
16	9		braun	5 69	18250	60	10,4	18
17	10		Fuchs	8,34	12800	76	13,1	15
18	10		braun	6,25	8300	63	10,9	17
19	10		Schimmel	8,62	11250	77	13,3	15
20	10		Fuchs	7,25	11500	74	12,8	18
21	10			5,43	13500	63	10,9	20
22	10			5,06	8890	66	11,4	22
23	10		Schimmel	8,40	1150	75	12,9	15
24	11		braun	6,30	14800	62	10,2	17
25	11		Fuchs	4,49	10300	55	9,5	22
26	11			5,72	12050	58	10,0	18
27	12		braun	7,40	11300	67	11,6	16
28	12		Rappe	7,90	8175	70	12,1	15
29	12		braun	6,08	7775	74	12,8	21
30	12			7,21	18200	65	11,2	16
31	12		Fuchs	8,03	11750	74	12,8	19
32	12		braun	7.32	9500	70	18,1	15
33	12			6,82	9500	64	11,0	14
34	12		Fuchs	5,90	9800	68	11,8	20
35	12		Schimmel	8,45	9000	88	15,2	18
36	12		Rappe	7,64	7925	75	13,0	17
37	12			7,56	7350	66	11,4	15
38	12			8.01	7605	81	14,0	17
39	12		braun	6.29	10200	73	12,6	20
40	13			8,00	13800	80	13,8	17
41	13			6,95	16500	57	9,9	14
42	13			7,02	14100	75	13,0	18
43	13			3,84	15350	51	8,9	23
44	14			4,85	17200	62	10,7	25
45	14			6,20	11500	65	11,2	18
46	15			5,45	13900	69	11,9	20
47	15			6,22	10300	65	11,2	18
48	15			4,46	11700	60	10,4	23
49	15			5,51	10880	62	10,7	19
50	15		Rappe	7,84	10400	65	11,2	13
51	15		braun	5,63	14225	61	10,5	19
52	20		Fuchs	4,64	10550	55	9,5	20

Tabelle II. Stuten.

Lfd. Nr.	Alter	Geschlecht	Farbe	Erythrozyten Mill	Leukozyten Taus.	Hämoglobin in %	Hämoglobin in g in 100 ccm Blut	Hämoglobin eines Erythrozyten i. 10^{-12} g
1	7 Jahre	Stute	Fuchs	7,60	10900	62	10,7	15
2	8 «	«	braun	7,12	13150	60	10,4	14
3	9 «	«	«	8,21	8200	78	13,5	16
4	8 «	«	«	6,52	8175	71	12,2	19
5	9 «	«	Rappe	4,99	14900	61	10,5	21
6	9 «	«	braun	6,22	9700	63	10,9	18
7	9 «	«	Fuchs	6,61	9540	67	11,6	18
8	9 «	«	braun	4,87	11000	66	11,4	24
9	9		Fuchs	5,84	11200	63	10,8	18
10	9 «	«	braun	5,92	11100	69	11,9	22
11	9 «	«	Fuchs	5,72	10700	60	10,4	19
12	10 «	«	braun	7,51	15200	74	12,5	17
13	10 «	«	Fuchs	8,01	8320	50	13,8	17
14	11 «	«	«	6,85	13200	71	12,3	18
15	11 «	«	braun	7,19	11100	70	12,1	17
16	11 «	«	«	8,73	4425	83	14,3	15
17	11	«	Fuchs	6,20	10100	67	11,6	19
18	11 «	«	braun	8,05	7550	74	12,8	16
19	11 «	«	«	5,90	9525	78	13,5	23
20	11 «	«	«	5,85	8975	73	12,6	21
21	11 «	«	«	7,65	9750	75	13,0	18
22	12 «	«	Rappe	6,85	10900	72	12,5	18
23	12 «	«	«	8,35	11800	74	12,8	15
24	13 «	«	braun	8,72	11300	78	13,5	15
25	14 «	«	Schimmel	6,96	6225	69	11,9	17
26	14 «	«	«	8,42	6650	79	13,6	16
27	14 «	«	braun	8,97	9375	80	15,3	17
28	15 «	«	«	8,91	14900	89	14,7	16
29	15 «	«	«	4,09	6600	85	9,7	20
30	20 «	«	«	5,07	6500	65	11,2	22

Die beiden Tabellen zeigen, daß die Erythrozytenzahlen bei Pferden je nach dem Lebensalter von 3—20 Jahren regelmäßigen Schwankungen nicht unterworfen sind. Auch lassen sich hinsichtlich des Geschlechts und der Haarfarbe keine bestimmten Erythrozytenwerte feststellen. Die Erythrozyten schwanken bei

Wallachen zwischen	3,84 und 8,62 Mill.
Stuten zwischen	4,09 und 8,97 Mill.

Eine Durchschnittszahl für die roten Blutkörperchen anzugeben erscheint mir bei den verhältnismäßig starken Schwankungen nicht zweckmäßig. Angebracht ist jedoch die Angabe einer normalen Schwankungsgabel bei gesunden Pferden, innerhalb der sich die Zahl der roten Blutkörperchen bewegt. Der Erythrozytengehalt schwankt nach meinen Untersuchungen etwa zwischen 5,5 und 8 Millionen in 1 cmm Blut. Nachstehend sollen die Ergebnisse einiger früherer Arbeiten wiedergegeben werden:

Fröhner:		7,00 Mill.
Prus:		7,00 „
Böllert:		7,57 „
Durroux:		8,66 „
Sabrazès:		6,67—8,66 „
Müller:		6,28—7,81 „
Kuhl:		6,94 „
Wiendieck:	Wallach:	7,10 „
	Stute:	6,90 „
Durroux:	Wallach:	8,75 „
	Stute:	8,35 „
Marek:	Wallach:	7,50—8,00 „
	Stute:	6,00—7,50 „

Storch und Marek geben an, daß die männlichen Tiere mehr rote Blutkörperchen aufweisen als weibliche. Hingegen sagt Schütze, daß das Geschlecht keinen Einfluß auf die Zahl der roten Blutkörperchen habe, jedoch soll mit der Alterszunahme eine Abnahme der roten Blutkörperchen einhergehen. Döppert hingegen hält eine Beeinflussung durch die Art des Geschlechts und des Alters für gegeben.

Schon aus den angeführten Beispielen der Ergebnisse anderer Autoren ist zu ersehen, daß die Ansichten und Ergebnisse nicht einheitlich sind. Die bei Wiendieck, Durroux und Marek errechneten Durchschnittswerte bei Wallachen und Stuten sind nicht so verschieden, daß man bestimmte Schlüsse ziehen kann. Die Zahl der roten Blutkörperchen ist weder durch Alter, Geschlecht noch Haarfarbe beeinfußt.

Auch lassen sich in der Bestimmung der Anzahl der Leukozyten bei Pferden verschiedenen Geschlechts, Alters und verschiedener Haarfarbe bestimmte Schwankungen nicht festlegen. Wie bei den Erythrozyten läßt sich auch hier nur eine größere Zahlengabel angeben, innerhalb der die Leukozytenzahl sich normalerweise bewegt. Die Leukozytenzahlen schwanken zwischen 4422 und 18 200, und zwar bei Wallachen von 5600—18 200 und Stuten von 4425 bis

15 200. Nach meinen Untersuchungen schwankt die Zahl der Leukozyten zwischen 6000 und 13 000 im Durchschnitt. Man könnte geneigt sein, anzunehmen, daß bei Stuten die Anzahl der Leukozyten geringer ist als bei Wallachen. Für diese Annahme sprechen noch die in nachstehender Tabelle angegebenen Werte für Leukozyten, die von anderen Untersuchungen herstammen.

Weiße Blutkörperchen:

Fröhner:		8000—9000
Prus:		15000
Böllert:		5800
Durroux:		7393
Sabrazès:		3720—11540
Müller:		6589—8490
Kuhl:		10300
Wiendieck:	Wallach:	8200
	Stute:	7900
Durroux:	Wallach:	7368
	Stute:	5786
Marek:		6000—12000

Auch aus diesen Angaben ist ersichtlich, daß die Ergebnisse der Untersuchungen nicht einheitlich sind. Auch hier kann man nur eine Grenzzahl nach unten und oben angeben, innerhalb der sich die Leukozytenzahl bewegt. Ich halte die Zahlen 6000 und 13 000 in 1 cmm Blut für die normalen Grenzen im Durchschnitt.

Auch der Hämoglobingehalt läßt bei den Pferden verschiedenen Alters, Geschlechts und verschiedener Haarfarbe regelmäßige Schwankungen nicht erkennen. Er beträgt im Durchschnitt 65 bis 80 v. H. Der Hämoglobingehalt schwankt bei Wallachen zwischen 51 und 88 v. H. und bei Stuten zwischen 56 und 89 v. H.

Von früheren Untersuchungsergebnissen über Hämoglobinbestimmung nach Sahli seinen folgende erwähnt:

Sabrazès:	68—84 v. H.
Müller:	70—91 v. H.
Bonard:	50—60 v. H.
Marek:	68—84 v. H.

Auch hier sind abgesehen von Sabrazès' und Mareks Ergebnissen ziemlich erhebliche Unterschiede. Meine Durchschnittswerte für Hämoglobin kommen denen von Marek und Sabrazès nahe.

Was die Bestimmung des Verhältnisses der Erythrozyten- zu der Leukozytenzahl anbelangt, so zeigen die Tabellen, daß sich Angaben über dieses Verhältnis nicht machen lassen.

Bei Betrachtung des Verhältnisses des Hämorglobingehaltes zur Zahl der Erythrozyten kann man feststellen, daß in allen Fällen bei erheblichen Unterschieden in der Erythrozytenzahl nach oben und unten die Prozentzahl des Hämoglobingehaltes höher oder tiefer liegt, sich also bei hohen Erythrozytenzahlen hohe, bei niedrigen niedrigere Hämoglobinwerte ergeben.

4. Zusammenfassung der Ergebnisse.

1. Alter, Geschlecht und Haarfarbe haben auf die Zahl der roten und weißen Blutkörperchen sowie auf den Hämoglobingehalt keinen Einfluß. Bei Stuten jedoch scheint die Anzahl der weißen Blutkörperchen im Durchschnitt geringer zu sein als bei Wallachen.

2. Die Zahl der roten Blutkörperchen schwankt im Durchschnitt zwischen 5,5—8 Millionen, die Zahl der weißen Blutkörperchen zwischen 6000—13 000. Der Hämoglobingehalt schwankt zwischen 65—80 v. H., $\frac{17{,}3 \cdot 65}{100} = 11{,}2$ bez. $\frac{17{,}3 \cdot 60}{100} = 13{,}8$, 11,2—13,8 g in 100 ccm Blut, der eines Erythrozyten zwischen 17.10^{-12} und $20{,}10^{-12}$ g im Durchschnitt.

3. Bestimmte Regeln über die Verhältnisse der Zahlen der roten zu den weißen Blutkörperchen lassen sich nicht aufstellen.

4. Eine hohe Erythrozytenzahl gibt einen hohen, eine tiefere einen geringeren Hämoglobinwert.

5. Literaturverzeichnis.

1. Abderhalden, Höhenklimawirkung auf die Zusammensetzung des Blutes der Tiere. Mitteilungen badisch. Tierärzte. III. S. 36. Zeitschrift für Biologie XLIII, S. 443. 1903.
2. Bidault, Die Leukozyten im Pferdeblut. Bull. de la soc. centr. de méd. vét. 1904, S. 671; Ref. Deutsche Tierärztl. Wochenschr. 1905, S. 186.
3. Birr, Untersuchungen über die Veränderung des Blutbildes durch Chloralhydrat nach stomachikaler, rektaler und intravenöser Einverleibung beim Pferde. Monatsh. f. pr. Tierheilkunde 1921, S. 97.
4. Böllert, Vergleichende Betrachtungen der Leukozyten und Messung und Zählung der Erythrozyten beim Pferde und Esel sowie deren Bastarden, Maultieren und Mauleseln. Inaug. Diss. Hannover 1921.
5. Bonard, H., Das normale Blut des Pferdes, seine Dichtigkeit und sein Hämoglobingehalt, gemessen mit dem Sahli-Hämometer. Schweizer Archiv für Tierheilkunde, Bd. LXI, S. 113 u. 160. 1919.
6. Donders und Moleschott, Holländ. Beitr. 1. 369—370.
7. Döppert, Vergleichende Untersuchungen über den Hämoglobingehalt des Pferdeblutes und seine Beziehungen zur Zahl der Erytrozyten. Inaug. Diss. Hannover 1920.
8. Durroux, Das Blut der Equiden. Bull. de la soc. centr. de méd. vét. p. 337. 1910.
9. Ellenberger, Physiologie der Haussäugetiere. S. 180 u. 195. 1892.
10. Ellenberger u. Scheunert, Lehrbuch der Physiologie der Haussäugetiere. Morphologie der Blutelemente. 1910. S. 67.
11. Fischer, B., Blutuntersuchungen bei Pferden. Berliner Tierärztl. Wochenschr. 1894. Nr. 23, S. 267.
12. Fröhner, Friedbergers und Fröhners Lehrbuch der klinischen Untersuchungsmethoden für Tierärzte und Studierende. 469—476. Stuttgart 1907. Verlag Ferdinand Enke.
13. Haubner, Beitrag zum Blutbild des gesunden Pferdes, insbesondere des Vollblutpferdes. Inaug. Diss. Berlin 1922.
14. Hayem, G., Du sang et ses altérations anatomiques. p. 35. Paris 1889.
15. Hofmann, Klinische Untersuchungen über den Hämoglobingehalt des Blutes. Inaug. Diss. Gießen 1911.
16. Iakimoff und Kohl, Zur Frage der Beschaffenheit des Blutes verschiedener Pferderassen. Monatshefte f. prakt. Tierheilkunde. 21. Bd., S. 116. 1910.
17. Jäde, Das normale Blutbild des Kaninchens und seine Beeinflussung durch Injektion von Serum der gesunden und anämiekranken Pferde. Inang. Diss. Hannover 1922.
18. König, Untersuchungen über das Verhalten der roten Blutkörperchen und über den Hämoglobingehalt des Blutes bei der rheumatischen Hämoglobinämie der Pferde im Vergleich zu gesunden Pferden und zu anderen inneren Krankheiten. Monatsh. f. prakt. Tierheilkunde. Bd. 21, S. 1. 1910.
19. Kuhl, Das Blut der Haustiere mit neueren Methoden untersucht. Pflügers Archiv. Band 176. S. 263. 1919.
20. Lange, Blutkörperchenzahl und Größe unter Einwirkung der Domestikation. Zool. Jahrb. 1910. Inaug. Diss. Berlin 1919.
21. Lenze, Ein Beitrag zur Form und Formveränderung der Erythrozyten und ihr Verhältnis zu den Blutblättchen bei unseren Haustieren. Inaug. Diss. Bern 1909. Ref. Ellenberger Schütz Jahresberichte 1909, S. 265.

22. v. Limbeck, Über den Einfluß des respiratorischen Gaswechsels auf die roten Blutkörperchen. Archiv f. experimentelle Pathologie und Pharmakologie. 36. Bd., S. 309. 1895.

23. Lochtkemper, Das rote Blutbild bei Infektionskrankheiten des Pferdes. Inaug. Diss. Berlin 1920. Monatsh. f. prakt. Tierheilkde. Bd. XXXI, S. 159.

24. Malassez, De la numération des globules rouges du sang chez les mammifères, les oisaux et les poissons. Cpt. rend. des séances de L'acad, des sciences. 1872, p. 1528.

25. Marek, Klinische Diagnostik der inneren Krankheiten der Haustiere. S. 882—892. Jena 1922.

26. Marloff, Die früheren Zählungen der Erythrozyten im Blute verschiedener Tiere sind teilweise mit großen Fehlern behaftet. Inaug. Diss. Gießen und Pflügers Archiv f. d. Physiologie. Bd. 175; S. 355. 1919.

27. Meyer, W., Blutuntersuchungen an Grubenpferden. Inaug. Diss. Hannover 1920.

28. Meyer, Fr., Klinische Untersuchungen über den Hämoglobingehalt des Blutes beim Pferde. Inaug. Diss. Berlin 1924.

29. Mielke, Blutkörperchenzählungen bei Rotz und differentialdiagnostisch in Betracht kommenden Krankheiten des Pferdes. Monatsh. f. prakt. Tierheilkunde. Bd. 24, S. 1. 1913.

30. Montandon, Gesamtvolumen der Erythrozyten und Leukozyten beim Pferde mit dem Hämokrit gemessen. Schweiz. Arch. f. Tierheilkde. 1919, S. 57. Inaug. Diss. Bern 1919.

31. Müller, L., Vergleichende Untersuchungen über den Gehalt des Pferdeblutes an Blutkörperchen unter besonderer Berücksichtigung der Futteraufnahme bei nachfolgender Ruhe und Arbeit. Ref. Ellenberger-Schütz 1919/20, S. 245 und Inaug. Diss. Hannover 1920.

32. Müller, Eine neue Methode zur quantitativen Bestimmung des Oxyhämoglobins im Blute der Haussäugetiere. Arch. für wiss. u. prakt. Tierheilkde. Bd. XII, S. 97. 1886 und Inaug. Diss. Tübingen 1886.

33. Masanori Nagao, Über das Verhalten des Blutes beim gesunden Pferde. Journal of the Japanese Society of Veterinary Science. Vol. II. Dez. 1923, Nr. 3/4, S. 251—262.

34. O. Naegeli, Blutkrankheiten und Blutdiagnostik, 4. Aufl. Verlag v. Veit & Co., Leipzig 1923.

35. Pappenheim, Technik und Methodologie der klinischen Blutuntersuchung. Verlag Dr. Klinkhardt in Leipzig 1919.

36. Pappenheim, Grundriß der hämatologischen Diagnostik und praktischen Blutuntersuchung. Verlag Dr. Klinkhardt in Leipzig 1911.

37. Piettre u. Vila, Spektroskopie des Blutes. Bull. de la société. centr. 59, (82) p. 204. Ref. Ellenberger Schütz 1904, S. 296.

38. Prus, Über die Wirkung des Malleins auf das Blut und über seinen diagnostischen Wert. Österr. Zeitschr. f. wissenschaft. Veterinärkunde. Bd. 6. Ref. Ellenberger-Schütz Jahresberichte 1894, S. 46.

39. Reineke, Über den Gehalt des Blutes an Körperchen. Virchows Arch. f. patholog. Anatomie und Ppysiologie. Bd. 118, S. 148. Berlin 1889.

40. Retterer und Lelièvre, Origine, valeur cellulaire et fonctions des Leukocytes. Journ. de l'anatom. et la physiol-T. XLVIII. p. 14 et 193. Ref. Ellenberger Schütz 1912, S. 213.

41. Retterer, De la forme et de l'origine nucleaire des haematies des mammifères adultes. Journ. de l'anat. et de la physiol. p. 132. 1914/19.

42. Rössle, Untersuchungen über das Verhalten der Leukozytenzahl im Pferdeblut. Inaug. Diss. Gießen 1907.

43. Sabrazès, Muratet et Dubroux, Das Blut des Pferdes. Comptes rendues soc. biol. T. LXV, p. 169—171. Paris 1908.

44. Sabrazès, Muratet und Dubroux, Bericht über Leukozytenveränderungen beim Pferde. Ibidem T. LXV, p. 171—173. Paris 1908.

45. Slavu, Die Trennung der Aminosäuren und der Hydrolyseprodukte des Oxyhämoglobins im Pferdeblut. Archiva veter. Jahrg. VIII, S. 258. 1911. Ref. Ellenberger u. Schütz Jahresberichte 1911, S. 243.

46. Schindelka, Hämometrische Untersuchungen an gesunden und kranken Pferden. Österr. Zeitschr. f. wissensch. Veterinärkunde. Band II. Heft 1/2, S. 120. 1886.

47. Schütze, Untersuchungen über die Zahl der roten und weißen Blutkörperchen gesunder Pferde. Zeitschr. f. Tiermedizin 1912, S. 176.

48. Storch, Untersuchungen über den Blutkörperchengehalt des Blutes der landw. Haussäugetiere. Inaug. Diss. Bern 1901. Ref. Ellenberger Schütz 1901, S. 207.

49. Tabusso, Über den Leukozytengehalt des Blutes gesunder Pferde. Arch. scientif. delle R. soc. ed. accad. vet. Ital. p. 33. Ref. Ellenberger Schütz 1908, S. 268.

50. Thoma u. Lyon, Über die Methode der Blutkörperchenzählung. Virchows Arch. f. pathol. Anatomie und Physiologie. Bd. 84, S. 131. 1881.

51. Tröster, Blutkörperchenzählungen. Veterinärkunde 1918, Nr. 1. S. 18.

52. Tröster, Über Blutuntersuchung. Zeitschrift für Veterinärkunde. 1912, S. 176.

53. Uhlik, Über den Heteromorphismus des Pferdeblut-Hämoglobins. Arch. f. die gesamte Physiologie. Bd. 104, S. 64. 1904.

54. Vierordt, Neue Methode der quantitativen mikroskopischen Analyse des Blutes. Archiv für physiolog. Heilkunde. H. 1, S. 26. 1852.

55. Waldhausen, Erythrocytose nach Durchfällen. Monatsh. für prakt. Tierheilkunde. 4/6. Heft. Bd. 34, S. 158. 1923.

56. Walther, Das Blutbild männlicher Pferde kurz vor und nach der Kastration unter Berücksichtigung der Arnethschen Leukozytentheorie. Inaug. Diss. Berlin 1921.

57. Warnatsch, H., Die Veränderungen des Blutes und der Körperwärme des Pferdes nach subkutaner und intravenöser Injektion von arteigenem, gesundem Serum, Blut- und Rotlaufserum. Inaug. Diss. Berlin 1920. Monatsh. f. pr. Tierheilkde. Bd. XXXI, S. 413. 1920.

58. Weidenreich, Die Morphologie der Blutzellen und ihre Beziehungen zueinander. The Anatomical Record 1910. Vol. IV, S. 317.

59. Welker, Blutkörperchenzählungen. Prager Vierteljahrsschrift f. Heilk. 44, S. 11. 1854.

60. Wetzl, Klinische Blutuntersuchungen. Zeitschr. f. Tiermedizin 1910. Bd. 14. (cit. nach Birr).

61. Wiendieck, Untersuchungen über das Verhalten der Blutkörperchen bei gesunden und mit croupöser Pneumonie behafteten Pferden. Archiv f. wiss. und prakt. Tierheilkunde Bd. 32, S. 113. 1906.

62. Zeiller, Ein Beitrag zur Beurteilung der ansteckenden Blutarmut. Zeitschr. f. Veterinärkunde 1923, Heft 6 und Tierärztliche Rundschau. 1923, S. 335.

63. Zietzschmann, Über die acidophilen Leukozyten des Pferdes. Dresden 1904. Deutsche Tierärztl. Wochenschr. 1905. Nr. 16, S. 182.

64. Zietzschmann, Die acidophilen Zellen des Pferdes (Körnerzellen). Internat. Wochenschrift f. Anatomie und Physiologie. Bd. XXII, S. 1. 1905.

Lebenslauf.

Ich, Ulrich Knoll, wurde am 17. X. 88 in Berlin geboren als Sohn des städt. Tierarztes Knoll, späteren Schlachthofdirektors in Prenzlau. Nach bestandener Reifeprüfung im Herbst 1909 trat ich als Einjährig-Freiwilliger Veterinäraspirant in das Kürassier-Regiment „Königin" ein, nach ½jährigem Kursus auf der Militär-Lehrschmiede Berlin zur Veterinärakademie über. Nach 3 Semestern bestand ich auf der Tierärztlichen Hochschule Berlin die naturwissenschaftliche Vorprüfung, im Sommersemester 1914 das Staatsexamen. Bei der Mobilmachung rückte ich mit dem Fußartillerie-Regiment 1, mit der 7. Res.-Batterie, ins Feld und machte zwei Jahre Vormärsche und Stellungskrieg im Osten, zwei Jahre im Westen mit. Nach Kriegsende nahm ich am Grenzschutz für Oberschlesien teil und beteiligte mich an der Niederwerfung des Spartakistenaufstandes in München im Mai 1919. Zurückgekehrt gehörte ich der Reichswehr in Beeskow in der Mark, Cottbus und Berlin an. Bei der Heeresverminderung am 1. I. 21 schied ich aus dem Heeresdienst aus und praktiziere seitdem in meiner Vaterstadt Prenzlau.

ZUSAMMENFASSUNG.

Wie auch W. BERG festgestellt hat, hat sich ergeben, dass beim Kochen von Blut-Ausstrichen in verdünnter Ninhydrinlösung die Granula der eosinophilen Zellen ausgesprochene Ninhydrin-Reaktion zeigten, d.h. tief blau bis blauviolett gefärbt wurden, dagegen die eosinophilen Zellen im Sputum von Asthmakranken die Ninhydrin-Reaktion gänzlich vermissen liessen. Wurde zu Mucin- und Eiweiss-freiem Sputum Serum hinzugesetzt, und Ausstriche mit dem jetzt eiweisshaltigen Sputum in Ninhydrinlösung gekocht, so fiel die Reaktion positiv aus. Das gleiche Resultat wurde durch Zusetzen von Aminosäure-Lösung (Glycocoll-Lösung) zum Sputum erreicht. Wurde ferner Citrat-Blut durch wiederholtes Waschen mit isotonischer Kochsalzlösung von Serum befreit, so gaben mit Ninhydrin behandelte Ausstriche hiervon einen negativen Ausfall der Reaktion der eosinophilen Granula. Aus diesen Befunden wurde geschlossen, dass das Vorhandensein eines Eiweisskörpers oder Eiweiss-Spaltproduktes Vorbedingung für das Zustandekommen der Ninhydrin-Reaktion der eosinophilen Granula sei. Färbte man Blut-Ausstriche und Asthma-Sputum mit Ninhydrin-Farbstoff, der d. Kochen von Ninhydrin-Lösung mit verdünntem Serum hergestellt wurde, so waren die Granula der eosinophilen Zellen auch beim Sputum-Ausstrich dunkel violett gefärbt, woraus geschlossen wurde, dass es sich auch bei der zuerst angenommenen Ninhydrin-Reaktion der eosinophilen Granula in den Blut-Ausstrichen um eine sekundäre Färbung mit Ninhydrin-Farbstoff handelte, der sich zuerst aus den Eiweissstoffen des Plasmas u. der Ninhydrinlösung beim Kochen bildete. Demnach lässt sich also eine Eiweiss- oder Eiweiss-Spaltprodukt-Genese der Granule der eosinophilen Zellen ausschliessen.

Die Arbeit kann im Original aus der Universitäts-Bibliothek zu Königsberg Pr. entliehen werden.

Aus der mediz. Univ.-Klinik zu Königsberg Pr.
Direktor Geheimrat Prof. Dr. Matthes.

BEITRAG ZUR KENNTNIS DER GRANULA DER EOSINOPHILEN ZELLEN.

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der Doktorwürde in
der Medizin, Chirurgie u. Geburtshilfe

der Medizinischen Fakultät der
Albertus-Universität zu Königsberg i. Pr.

vorgelegt von

EVA KRIEGER, Medizinalpraktikantin
in Königsberg i. Pr.

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen
Fakultät der Albertus-Universität
zu Königsberg i. Pr.

Steindruck v. A. Wilutzky, Königsberg Pr. 1923.